

(43)Date of publication of application : 16.01.2001

F01L 13/00

(72)Inventor : OKAMOTO·NAOKI

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-12262

(P2001-12262A)

(43) 公開日 平成13年1月16日 (2001.1.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	G 3 G 0 9 2
F 0 1 L 13/00	3 0 1	F 0 1 L 13/00	3 0 1 K
			3 0 1 Y

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-177164

(22) 出願日 平成11年6月23日 (1999.6.23)

(71) 出願人 000167406

株式会社ユニシアジェックス

神奈川県厚木市恩名1370番地

(72) 発明者 岡本 直樹

神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会社ユ

ニシアジェックス内

(74) 代理人 100105153

弁理士 朝倉 悟 (外1名)

Fターム (参考) 3G092 AA11 DA01 DA02 DA05 DA12

DF05 DG08 EA25 EC01 FA09

FA24 HA11Z HA13Z HE01Z

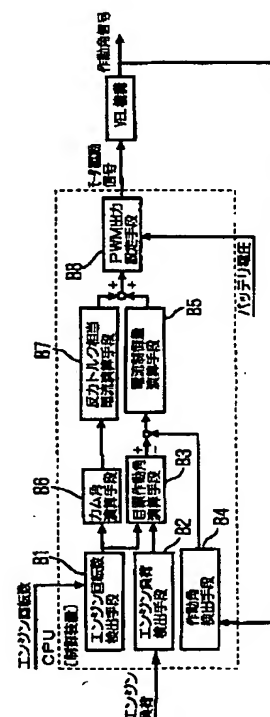
HE05Z HF00X

(54) 【発明の名称】 内燃機関の可変動弁装置

(57) 【要約】

【課題】制御軸作動角の定位置制御中において、機関側から制御軸に伝わるバルブスプリング反力等に起因する反力トルクに基づいて発生する作動角変動を抑制することで、制御精度の低下を防止し、十分なエンジン出力向上効果および燃費低減効果が得られる内燃機関の可変動弁装置の提供。

【解決手段】目標作動角演算手段B3で演算された目標制御軸作動角と作動角検出手段B4で検出された制御軸実作動角とを一致させるために必要な電流制御量を演算する電流制御量演算手段B5と、エンジンの回転数からカム軸13のカム角を演算するカム角演算手段B6と、カム角演算手段B6で演算されたカム軸のカム角より機関側から制御軸16に作用する反力トルク相当電流を演算する反力トルク相当電流演算手段B7と、反力トルク相当電流と電流制御量に基づきDCサーボモータ101に対する駆動電流を設定出力するPWM出力設定手段B8を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】カム軸と略平行に配設された制御軸と、該制御軸の外周に偏心して固定された制御カムと、該制御カムに揺動自在に軸支されたロッカアームと、前記カム軸の回転に応じて前記ロッカアームの一端部を揺動駆動する揺動駆動手段と、前記ロッカアームの他端部に連係して揺動して機関弁を開作動させる揺動カムと、前記機関弁を閉じる方向に付勢するバブルスプリングと、前記制御軸の作動角を検出する作動角検出手段と、前記制御軸を目標制御軸作動角に回転駆動する電磁アクチュエータと、機関の回転数を検出する機関回転数検出手段と、機関の運転状態に応じた目標制御軸作動角を演算する目標作動角演算手段と、該目標作動角演算手段で演算された目標制御軸作動角と前記作動角検出手段で検出された制御軸実作動角とを一致させるために必要な電流制御量を演算する電流制御量演算手段と、前記機関回転数検出手段で検出された機関の回転数から前記カム軸のカム角を演算するカム角演算手段と、該カム角演算手段で演算されたカム軸のカム角より機関側から制御軸に作用する反力トルク相当電流を演算する反力トルク相当電流演算手段と、該反力トルク相当電流演算手段で演算された反力トルク相当電流と前記電流制御量演算手段で演算された電流制御量に基づき前記電磁アクチュエータに対する駆動電流を設定出力する出力設定手段と、を備えていることを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

【請求項2】機関の負荷を検出する機関負荷検出手段を備え、前記目標作動角演算手段が、前記機関回転数検出手段で検出された機関の回転数と、前記機関負荷検出手段で検出された機関の負荷から機関の運転状態に応じた目標制御軸作動角を演算するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の可変動弁装置。

【請求項3】前記カム角演算手段で演算されたカム軸のカム角より現在機関弁が開作動している気筒を判別し各気筒別の反力トルク係数を演算する気筒別反力トルク係数演算手段を備え、前記出力設定手段では、前記気筒別反力トルク係数演算手段で判別された開作動気筒の反力トルク係数を前記反力トルク相当電流演算手段で演算された反力トルク相当電流に乗じた電流値と前記電流制御量演算手段で演算された電流制御量に基づき前記電磁アクチュエータに対する駆動電流を設定出力するように構成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の内燃機関の可変動弁装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の吸・排気弁のリフト量（制御軸の作動角）を機関運転状態に応じて可変にできる内燃機関の可変動弁装置に関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、機関低速低負荷時における燃費の改善や安定した運転性並びに高速高負荷時における吸気の充填効率の向上による十分な出力を確保する等のために、吸気・排気弁の開閉時期とバルブリフト量を機関運転状態に応じて可変制御する可変動弁装置は従来から種々提供されており、その一例として特開昭55-137305号公報等に記載されているものが知られている。

【0003】図17に基づきその概略を説明すれば、シリンダヘッド1のアップパデッキの略中央近傍上方位置にカム軸2が設けられていると共に、該カム軸2の外周にカム2aが一体に設けられている。また、カム軸2の側部には制御軸3が平行に配置されており、この制御軸3に偏心カム4を介してロッカアーム5が揺動自在に軸支されている。

【0004】一方、シリンダヘッド1に揺動自在に設けられた吸気弁6の上端部には、バルブリフター7を介して揺動カム8が配置されている。この揺動カム8は、バルブリフター7の上方にカム軸2と並行に配置された支軸9に揺動自在に軸支され、下端のカム面8aがバルブリフター7の上面に当接している。また、前記ロッカアーム5は、一端部5aがカム2aの外周面に当接していると共に、他端部5bが揺動カム8の上端面8bに当接して、カム2aのリフトを揺動カム8及びバルブリフター7を介して吸気弁6に伝達するようになっている。そして、この吸気弁6は、バブルスプリング6aにより閉弁方向に付勢されている。

【0005】また、前記制御軸3は、図18に示すように、DCサーボモータ等の電磁アクチュエータにより、減速ギアを介して所定角度範囲で回転駆動されて、偏心カム4の回転位置を制御し、これによってロッカアーム5の揺動支点を変化させるようになっている。

【0006】そして、図17において、偏心カム4が正逆の所定回転位置に制御されるとロッカアーム5の揺動支点が変化して、他端部5bの揺動カム8の上端面8bに対する当接位置が図中上下方向に変化し、これによって揺動カム8のカム面8aのバルブリフター7上面に対する当接位置の変化に伴い、揺動カム8の揺動軌跡が変化することにより、吸気弁6の開閉時期とバルブリフト量を制御軸3の作動角の変化に伴って可変制御するようになっている。なお、図中の符号10は、揺動カム8の上端面8bを常時ロッカアーム5の他端部5bに弾接付勢するスプリングを示す。

【0007】また、上記のように、吸気弁6の開閉時期及びバルブリフト量を、ロッカアーム5の揺動支点を変

化させることによって可変に制御する構成の可変動弁装置においては、一般的に、図10のシステム図に示すように、前記揺動支点を変化させるための制御軸3の作動角をポテンショメータ等の作動角センサによって検出し、この検出された作動角信号に基づき、制御装置では、位置サーボコントローラ（線形コントローラ）において、検出された作動角信号と目標制御軸作動角とを比較し、差が零になるように、PWM（パルスワイドモジュレーション）出力設定手段を介してDCサーボモータに駆動電流を出力することにより、制御軸3の作動角を目標のバルブ特性に対応する目標制御軸作動角に一致させるような作動角をベースとしたフィードバック制御が行われるようになっていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従来装置では、上述のように、位置サーボコントローラにおいて、目標制御軸作動角と検出作動角の情報のみを基に、作動角をベースとしたフィードバック制御を行うようにしたものであったため、以下に述べるような問題点があった。

【0009】即ち、上述のように、制御軸3に偏心カム4を介してロッカアーム5が揺動自在に軸支され、このロッカアーム5は、一端部5aがカム2aの外周面に当接していると共に、他端部5bが揺動カム8の上端面8bに当接して、カム2aのリフトを揺動カム8及びバルブリフター7を介して吸気弁6に伝達するようになっていことから、バルブスプリング6aの反力等に起因する反力トルクが、バルブリフター7、揺動カム8およびロッカアーム5を介して制御軸3に外乱として伝達される。

【0010】そして、制御軸作動角のフィードバック制御において、作動角をベースとした制御は、制御遅れが大きいため、作動角が所定角度位置に保持された状態にある定位置制御中において、図12に示すように、前記反力トルクに基づく制御偏差が発生するもので、特に、エンジン回転数が高回転数において反力トルクに基づく制御偏差が顕著に現れ、このため、可変動弁装置としての制御精度が損なわれ、十分なエンジン出力の向上効果や、燃費低減効果が得られなくなる。

【0011】本発明は、上述の従来の問題点に着目してなされたもので、制御軸作動角の定位置制御中において、カムやロッカアーム等を通じて制御軸に伝わるバルブスプリング反力等に起因する非線形特性である反力トルク（エンジン回転数、作動角毎に変動）に基づいて発生する作動角変動を抑制することで、制御精度の低下を防止し、これにより、十分なエンジン出力向上効果および燃費低減効果が得られる内燃機関の可変動弁装置を提供することを目的とし、さらに、気筒毎に相違する反力トルクによる制御ずれを吸収することで、より安定した作動角変動抑制効果を得ることを追加の目的とするもの

である。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明請求項1記載の内燃機関の可変動弁装置では、カム軸と略平行に配設された制御軸と、該制御軸の外周に偏心して固定された制御カムと、該制御カムに揺動自在に軸支されたロッカアームと、前記カム軸の回転に応じて前記ロッカアームの一端部を揺動駆動する揺動駆動手段と、前記ロッカアームの他端部に連係して揺動して機関弁を開作動させる揺動カムと、前記機関弁を閉じる方向に付勢するバルブスプリングと、前記制御軸の作動角を検出する作動角検出手段と、前記制御軸を目標制御軸作動角に回転駆動する電磁アクチュエータと、機関の回転数を検出する機関回転数検出手段と、機関の運転状態に応じた目標制御軸作動角を演算する目標作動角演算手段と、該目標作動角演算手段で演算された目標制御軸作動角と前記作動角検出手段で検出された制御軸実作動角とを一致させるために必要な電流制御量を演算する電流制御量演算手段と、前記機関回転数検出手段で検出された機関の回転数から前記カム軸のカム角を演算するカム角演算手段と、該カム角演算手段で演算されたカム軸のカム角より機関側から制御軸に作用する反力トルク相当電流を演算する反力トルク相当電流演算手段と、該反力トルク相当電流演算手段で演算された反力トルク相当電流と前記電流制御量演算手段で演算された電流制御量に基づき前記電磁アクチュエータに対する駆動電流を設定出力する出力設定手段と、を備えている手段とした。

【0013】請求項2記載の内燃機関の可変動弁装置では、請求項1記載の内燃機関の可変動弁装置において、機関の負荷を検出する機関負荷検出手段を備え、前記目標作動角演算手段が、前記機関回転数検出手段で検出された機関の回転数と、前記機関負荷検出手段で検出された機関の負荷から機関の運転状態に応じた目標制御軸作動角を演算するように構成されている手段とした。

【0014】請求項3記載の内燃機関の可変動弁装置では、請求項1または2に記載の内燃機関の可変動弁装置において、前記カム角演算手段で演算されたカム軸のカム角より現在機関弁が開作動している気筒を判別し各気筒別の反力トルク係数を演算する気筒別反力トルク係数演算手段を備え、前記出力設定手段では、前記気筒別反力トルク係数演算手段で判別された開作動気筒の反力トルク係数を前記反力トルク相当電流演算手段で演算された反力トルク相当電流に乗じた電流値と前記電流制御量演算手段で演算された電流制御量に基づき前記電磁アクチュエータに対する駆動電流を設定出力するように構成されている手段とした。

【0015】

【作用】本発明の内燃機関の可変動弁装置では、上述のように構成されるため、作動角検出手段で検出された制

御軸の作動角信号に基づいて、目標作動角演算手段で演算された機関の運転状態に応じた目標制御軸作動角に回転駆動させるべく電磁アクチュエータへの駆動電流のフィードバック制御が行われる。

【0016】そして、前記電流制御量演算手段では、目標制御軸作動角と制御軸実作動角とを一致させるために必要な電流制御量の演算が行われる一方で、反力トルク相当電流演算手段では、カム角演算手段で演算されたカム軸のカム角より機関側から制御軸に作用する反力トルク相当電流の演算が行われ、続く出力設定手段では、該反力トルク相当電流と前記電流制御量演算手段で演算された電流制御量に基づき前記電磁アクチュエータに対する駆動電流の設定出力が行われるもので、前記電流制御量演算手段においては、目標制御軸作動角変化に応じ作動角をベースとした制御軸作動角制御がなされ、反力トルク相当電流演算手段では、反力トルクによる影響をキャンセルする補正制御がなされることにより、制御軸作動角の定位置制御中において、カムやロッカアーム等を通じて制御軸に伝わるバルブスプリング反力等に起因する非線形特性である反力トルク（エンジン回転数、作動角毎に変動）に基づいて発生する作動角変動を抑制するように作用する。

【0017】請求項3記載の内燃機関の可変動弁装置では、気筒別反力トルク係数演算手段において、前記カム角演算手段で演算されたカム軸のカム角より現在機関弁が開作動している気筒を判別し各気筒別の反力トルク係数の演算が行われ、出力設定手段では、判別された開作動気筒の反力トルク係数を前記反力トルク相当電流演算手段で演算された反力トルク相当電流に乗じた電流値と前記電流制御量演算手段で演算された電流制御量に基づき前記電磁アクチュエータに対する駆動電流の設定が行われるもので、これにより、反力トルクが機関の気筒毎に相違することによる各気筒間の制御ずれが吸収され、より安定した作動角変動抑制がなされる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

（発明の実施の形態1）図1～図3は、本発明の実施の形態1における内燃機関（エンジン）の可変動弁装置を示すものであり、1気筒あたり2つ備えられる吸気弁の可変動弁機構VEL（以下、VEL機構という）として以下に説明する。但し、機関弁を吸気弁に限定するものではなく、また、吸気弁の数を限定するものでないことは明らかである。

【0019】図1～図3に示す可変動弁装置は、シリンダヘッド11にバルブガイド（図示省略）を介して摺動自在に設けられた一対の吸気弁12、12と、シリンダヘッド11上部のカム軸受14に回転自在に支持された中空状のカム軸13と、該カム軸13に、圧入等により固設された回転カムである2つの偏心カム15、15

と、前記カム軸13の上方位置に同じカム軸受14に回転自在に支持された制御軸16と、該制御軸16に制御カム17を介して揺動自在に支持された一対のロッカアーム18、18と、各吸気弁12、12の上端部にバルブリフター19、19を介して配置された一対のそれぞれ独立した揺動カム20、20と、各吸気弁12、12を閉弁方向に付勢するバルブスプリング33、33とを備えている。

【0020】また、前記偏心カム15、15とロッカアーム18、18とはリンクアーム25、25によって連係される一方、ロッカアーム18、18と揺動カム20、20とはリンク部材26、26によって連係されている。前記カム軸13は、機関前後方向（シリンダ列方向）に沿って配置されていると共に、一端部に設けられた従動スプロケット（図示省略）や該従動スプロケットに巻装されたタイミングチェーン等を介して機関のクランク軸から回転力が伝達される。

【0021】前記カム軸受14は、シリンダヘッド11の上端部に設けられてカム軸13の上部を支持するメインブラケット14aと、該メインブラケット14aの上端部に設けられて制御軸16を回転自在に支持するサブブラケット14bとを有し、両ブラケット14a、14bが一対のボルト14c、14cによって上方から共締め固定されている。

【0022】前記両偏心カム15は、図4にも示すように、略リング状を呈し、小径なカム本体15aと、該カム本体15aの外端面に一体に設けられたフランジ部15bとからなり、内部軸方向にカム軸挿通孔15cが貫通形成されていると共に、カム本体15aの軸心Xがカム軸13の軸心Yから径方向へ所定量だけ偏心している。

【0023】また、この各偏心カム15は、カム軸13に対し前記両バルブリフター19、19に干渉しない両外側にカム軸挿通孔15cを介して圧入固定されていると共に、両方のカム本体15a、15aの外周面15d、15dが同一のカムプロフィールに形成されている。

【0024】前記各ロッカアーム18は、図3に示すように、平面からみて略クランク状に折曲形成され、中央に有する基部18aが制御カム17に回転自在に支持されている。また、各基部18aの各外端部に突設された一端部18bには、リンクアーム25の先端部と連結するピン21が圧入されるピン孔18dが貫通形成されている一方、各筒状基部18aの各内端部に夫々突設された他端部18cには、各リンク部材26の後述する一端部26aと連結するピン28が圧入されるピン孔18eが形成されている。

【0025】前記各制御カム17は、夫々円筒状を呈し、制御軸16外周に固定されていると共に、図1に示すように軸心P1位置が制御軸16の軸心P2から α だ

け偏心している。

【0026】前記揺動カム20は、図1及び図6、図7に示すように略横U字形状を呈し、略円環状の基端部22にカム軸13が嵌挿されて回転自在に支持される支持孔22aが貫通形成されていると共に、ロッカアーム18の他端部18c側に位置する端部23にピン孔23aが貫通形成されている。

【0027】また、揺動カム20の下面には、基端部22側の基円面24aと該基円面24aから端部23端縁側に円弧状に延びるカム面24bとが形成されており、該基円面24aとカム面24bとが、揺動カム20の揺動位置に応じて各バルブリフター19の上面所定位置に当接するようになっている。

【0028】すなわち、図5に示すバルブリフト特性からみると、図1に示すように基円面24aの所定角度範囲 $\theta 1$ がベースサークル区間になり、カム面24bの前記ベースサークル区間 $\theta 1$ から所定角度範囲 $\theta 2$ がいわゆるランプ区間となり、さらにカム面24bのランプ区間 $\theta 2$ から所定角度範囲 $\theta 3$ がリフト区間になるように設定されている。

【0029】また、前記リンクアーム25は、比較的大径な円環状の基部25aと、該基部25aの外周面所定位置に突設された突出端25bとを備え、基部25aの中央位置には、前記偏心カム15のカム本体15aの外周面に回転自在に嵌合する嵌合穴25cが形成されている一方、突出端25bには、前記ピン21が回転自在に挿通するピン挿通孔25dが貫通形成されている。なお、前記リンクアーム25と偏心カム15とによって揺動駆動手段が構成される。

【0030】さらに、前記リンク部材26は、図1にも示すように所定長さの直線状に形成され、円形状の両端部26a、26bには前記ロッカアーム18の他端部18cと揺動カム20の端部23の各ピン孔18d、23aに圧入した各ピン28、29の端部が回転自在に挿通するピン挿通孔26c、26dが貫通形成されている。なお、各ピン21、28、29の一端部には、リンクアーム25やリンク部材26の軸方向の移動を規制するスナッピングリング30、31、32が設けられている。

【0031】前記制御軸16は、一端部に設けられた電磁アクチュエータを構成するDCサーボモータ101によって所定回転角度範囲内で回転駆動されるようになっており、図9に示すように、前記DCサーボモータ101は、制御軸作動角制御手段としての制御装置CPUからの駆動電流によって制御されるようになっている。前記制御装置CPUは、機関（エンジン）回転数を検出する機関（エンジン）回転数センサ103、機関（エンジン）の負荷を検出する機関（エンジン）負荷センサ104等の各種のセンサからの検出信号に基づいて現在の機関運転状態を検出して、該検出された機関運転状態に応じて目標のバルブ特性を決定し、該目標のバルブ特性に

対応する角度位置に制御軸16を駆動すべく、作動角センサ102で検出された制御軸実作動角に基づき、前記DCサーボモータ101に駆動信号（駆動電流）を出力する。なお、制御装置CPUの構成内容については、後述する。

【0032】以下、上記可変動弁装置の作用を説明すれば、まず、機関の低速低負荷時には、制御装置CPUからの制御信号（駆動電流）によってDCサーボモータ101が一方に回転駆動される。このため、制御カム17は、軸心P1が図6A、Bに示すように制御軸16の軸心P2から左上方の回動位置に保持され、厚肉部17aがカム軸13から上方向に離間移動する。このため、ロッカアーム18は、全体がカム軸13に対して上方向へ移動し、これにより、各揺動カム20は、リンク部材26を介して端部23が強制的に若干引き上げられて全体が左方向へ回動する。

【0033】従って、図6A、Bに示すように偏心カム15が回転してリンクアーム25を介してロッカアーム18の一端部18bを押し上げると、そのリフト量がリンク部材26を介して揺動カム20及びバルブリフター19に伝達されるが、そのリフト量L1は図6Bに示すように比較的小さくなる。

【0034】よって、かかる低速低負荷域では、図8の破線で示すようにバルブリフト量が小さくなると共に、各吸気弁12の開時期が遅くなり（作動角が小さくなり）、排気弁とのバルブオーバーラップが小さくなる。このため、燃費の向上と機関の安定した回転が得られる。

【0035】一方、機関の高速高負荷時に移行した場合は、制御装置CPUからの制御信号によってDCサーボモータ101が反対方向に回転駆動される。従って、図7A、Bに示すように制御軸16が、制御カム17を図6に示す位置から時計方向に回転させ、軸心P1（厚肉部17a）を下方向へ移動させる。このため、ロッカアーム18は、今度は全体がカム軸13方向（下方向）に移動して、他端部18cが揺動カム20の上端部23をリンク部材26を介して下方へ押圧して該揺動カム20全体を所定量だけ時計方向へ回動させる。

【0036】従って、揺動カム20のバルブリフター19上面に対する下面の当接位置が図7A、Bに示すように左方向位置に移動する。このため、図7に示すように偏心カム15が回転してロッカアーム18の一端部18bをリンクアーム25を介して押し上げると、バルブリフター19に対するそのリフト量L2は図7Bに示すように大きくなる。

【0037】よって、かかる高速高負荷域では、カムリフト特性が低速低負荷域に比較して大きくなり、図8に実線で示すようにバルブリフト量（作動角）も大きくなると共に、各吸気弁12の開時期が早く、閉時期が遅くなる。この結果、吸気充填効率が向上し、十分な出力が確保できる。

【0038】ところで、上記可変動弁装置においては、目標のバルブ特性に対応する角度位置に制御軸16を駆動し、実際のバルブ特性を前記目標のバルブ特性に制御するが、前記制御軸16の駆動精度や、前記制御軸16の角度位置とバルブ特性との関係にばらつきがあると、目標のバルブ特性に精度よく実際のバルブ特性を制御することができなくなる。

【0039】そこで、従来例として示したように、図10のシステム図、および、図11のブロック図に示すように、前記揺動支点を変化させるための制御軸3の作動角（回転位置）をポテンショメータ等の作動角センサによって検出し、この検出された作動角信号に基づき、制御装置に備えた位置サーボコントローラ（線形コントローラ）において、検出結果としての作動角と目標制御軸作動角とを比較し、制御軸3の作動角（回転位置）を目標のバルブ特性に対応する目標制御軸作動角（回転位置）となるようにDCサーボモータに対する駆動制御信号を、作動角をベースとしてフィードバック制御するようになっている。なお、前記DCサーボモータと制御軸3との間には減速ギアが介装されている。

【0040】ところが、可変動弁装置においては、図1に示すように、ロッカーム18、18と揺動カム20、20とはリンク部材26、26によって連係されていることから、図12のVEL機構ブロック図に示すように、各バルブスプリング33、33の反力や燃焼圧等に起因する反力トルクが、バルブリフター19、揺動カム20、20、リンク部材26、26およびロッカーム18を介し、DCサーボモータ101の発生トルクが伝達される機械機構の制御軸16に伝達される。

【0041】そして、制御軸作動角のフィードバック制御において、作動角をベースとした制御は、制御遅れが大きいと、作動角が所定角度位置に保持された状態にある定位置制御中において、図12に示すように、前記反力トルクに基づく制御偏差が発生するもので、特に、エンジン回転数が高回転数において反力トルクに基づく制御偏差が顕著に現れ、このため、可変動弁装置としての制御精度が損なわれ、十分なエンジン出力の向上効果や、燃費低減効果が得られなくなる。

【0042】そこで、この発明の実施の形態1の可変動弁装置では、VEL機構におけるDCサーボモータ101にモータ駆動信号を出力する制御装置CPUの内容として、目標制御軸作動角と制御軸実作動角とを一致させるために必要な電流制御量を反力トルク相当電流値で補正するようにしたものであり、以下、その制御内容を図13のシステムブロック図に基づいて説明する。

【0043】即ち、この制御装置CPUには、エンジン回転数センサ103からの信号に基づきエンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段B1と、エンジン負荷センサ104からの信号に基づきエンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段B2と、エンジン回転数検出

手段B1で検出されたエンジン回転数と、エンジン負荷検出手段B2で検出されたエンジン負荷から目標制御軸作動角を決定する目標作動角演算手段B3と、作動角センサ102からの信号に基づき制御軸16の実作動角を検出する作動角検出手段B4と、目標作動角演算手段B3で演算された目標制御軸作動角と作動角検出手段B4で検出された制御軸実作動角とを一致させるために必要な電流制御量を演算する電流制御量演算手段B5と、エンジン回転数検出手段B1で検出されたエンジンの回転数からカム軸13のカム角を演算するカム角演算手段B6と、カム角演算手段B6で演算されたカム軸のカム角より機関側から制御軸16に作用する反力トルク相当電流を演算する反力トルク相当電流演算手段B7と、反力トルク相当電流演算手段B7で演算された反力トルク相当電流と電流制御量演算手段B5で演算された電流制御量に基づきDCサーボモータ101に対する駆動電流を設定出力するPWM出力設定手段B8と、を備えている。

【0044】さらに詳述すると、前記反力トルク相当電流演算手段B7における反力トルク相当電流値の演算方法は、図14に示すように、反力トルクは、カム軸13のカム角に同期していることから、予めカム角に対する反力トルクの計算値を反力トルク相当電流演算手段B7に記憶させておくもので、これにより、カム軸13のカム角検出値から、直ちにその時の反力トルクがわかり、それに対応した反力トルク相当電流を出力することができる。この反力トルクから、反力トルク相当電流への変換方法の一例を以下に示す。

反力トルク相当電流＝反力トルク／ギヤ比／モータトルク定数×ギヤ効率

即ち、「ギヤ比／モータトルク定数×ギヤ効率」を固定値として設定しておくことにより、反力トルクから反力トルク相当電流が容易に求められる。

【0045】なお、前記図14は、カム軸13のカム角に対する反力トルクの実測値（なお、#1～4は、4気筒エンジンにおける各気筒別反力トルクを示す。）であり、図15は、カム軸13のカム角に対する反力トルクの計算値であり、両図から明らかなように、実測値と、計算値には大きな差異がないため、反力トルク相当電流の演算に用いられる値は、各気筒別反力トルクの実測値の代表値（反力トルクの値は各気筒別に多少ばらつきがあるため、その代表値）または計算値のいずれの値を用いてもかまわない。

【0046】以上のように、この発明の実施の形態1の内燃機関の可変動弁装置では、VEL機構におけるDCサーボモータ101にモータ駆動信号を出力する制御装置CPUの内容として、目標制御軸作動角と制御軸実作動角とを一致させるために必要な電流制御量を反力トルク相当電流値で補正するようにしたことにより、図12に示すように、制御軸作動角の定位置制御中において、

揺動カム20やロッカアーム18等を通じて機関側から制御軸16に伝わるバルブスプリング反力等に起因する非線形特性である反力トルク（エンジン回転数、作動角毎に変動）に基づいて発生する作動角変動を抑制することができ、これにより、制御精度の低下が防止され、十分なエンジン出力向上効果および燃費低減効果が得られるようになるという効果が得られる。

【0047】（発明の実施の形態2）次に、発明の実施の形態2の内燃機関の可変動弁装置について説明する。なお、この発明の実施の形態2の内燃機関の可変動弁装置は、前記発明の実施の形態1とは、制御装置CPUの内容が一部相違（追加）するのみであるため、その説明に当たっては、前記発明の実施の形態1と同様の構成部分は図示およびその説明を省略し、もしくは、同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0048】この発明の実施の形態2の内燃機関の可変動弁装置は、図16のシステムブロック図に示すように、前記カム角演算手段B6で演算されたカム軸13のカム角より現在吸気弁12が開作動している気筒を判別し各気筒別の反力トルク係数を演算する気筒別反力トルク係数演算手段B9を備え、前記PWM出力設定手段B8では、前記気筒別反力トルク係数演算手段B9で判別された開作動気筒の反力トルク係数を前記反力トルク相当電流演算手段B7で演算された反力トルク相当電流に乗じた電流値と前記電流制御量演算手段B5で演算された電流制御量に基づき前記DCサーボモータ101に対する駆動電流を設定出力するように構成されている点が、前記発明の実施の形態1とは相違したものである。

【0049】即ち、制御軸16に外乱として伝わる反力トルクは、図14の実測値と図15の計算値に示すように、実測値と計算値との間で気筒毎に多少の誤差（ずれ）があるため、そのずれを補正するために、前記気筒別反力トルク係数演算手段B9で各気筒毎に求められた反力トルク係数を、反力トルク相当電流演算手段B7で演算された反力トルク相当電流に乗じることにより、反力トルク相当電流の各気筒毎の誤差（ずれ）を個別に補正することができる。

【0050】従って、この発明の実施の形態2の内燃機関の可変動弁装置では、前記発明の実施の形態1の効果に加え、反力トルクが機関の気筒毎に相違することによる各気筒間の制御ずれが吸収され、より安定した作動角変動抑制がなされるようになるという効果が得られる。

【0051】以上、本発明の実施の形態を説明してきたが、具体的な構成はこの発明の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における設計変更等があっても本発明に含まれる。

【0052】例えば、発明の実施の形態では、機関弁として吸気弁を例にとったが、排気弁についても適用することができる。また、本発明が適用される可変動弁機構としては、この発明の実施の形態で例示した構造のもの

に限定されるものではなく、従来例に示した構造のものや、その他の可変動弁機構にも全て本発明を適用することができる。

【0053】

【発明の効果】以上詳細に説明してきたように、本発明請求項1記載の内燃機関の可変動弁装置では、上述のように、機関の運転状態に応じた目標制御軸作動角を演算する目標作動角演算手段と、該目標作動角演算手段で演算された目標制御軸作動角と作動角検出手段で検出された制御軸実作動角とを一致させるために必要な電流制御量を演算する電流制御量演算手段と、機関回転数検出手段で検出された機関の回転数からカム軸のカム角を演算するカム角演算手段と、該カム角演算手段で演算されたカム軸のカム角より機関側から制御軸に作用する反力トルク相当電流を演算する反力トルク相当電流演算手段と、該反力トルク相当電流演算手段で演算された反力トルク相当電流と前記電流制御量演算手段で演算された電流制御量に基づき電磁アクチュエータに対する駆動電流を設定出力する出力設定手段と、を備えた構成としたことで、制御軸作動角の定位置制御中において、カムやロッカアーム等を通じて制御軸に伝わるバルブスプリング反力等に起因する非線形特性である反力トルク（エンジン回転数、作動角毎に変動）に基づいて発生する作動角変動を抑制することができ、これにより、制御精度の低下が防止され、十分なエンジン出力向上効果および燃費低減効果が得られるようになる。

【0054】請求項3記載の内燃機関の可変動弁装置では、前記カム角演算手段で演算されたカム軸のカム角より現在機関弁が開作動している気筒を判別し各気筒別の反力トルク係数を演算する気筒別反力トルク係数演算手段を備え、前記出力設定手段では、前記気筒別反力トルク係数演算手段で判別された開作動気筒の反力トルク係数を前記反力トルク相当電流演算手段で演算された反力トルク相当電流に乗じた電流値と前記電流制御量演算手段で演算された電流制御量に基づき前記電磁アクチュエータに対する駆動電流を設定出力するように構成されたことで、反力トルクが機関の気筒毎に相違することによる各気筒間の制御ずれが吸収され、より安定した作動角変動抑制がなされるようになるという追加の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における内燃期間の可変動弁装置を示す断面図（図2のA-A線断面図）。

【図2】上記可変動弁装置の側面図。

【図3】上記可変動弁装置の平面図。

【図4】上記可変動弁装置に使用される偏心カムを示す斜視図。

【図5】上記可変動弁装置における揺動カムの基端面とカム面に対応したバルブリフト特性図。

【図6】上記可変動弁装置の低速低負荷時の作用を示す

断面図(図2のB-B線断面図)。

【図7】上記可変動弁装置の高速高負荷時の作用を示す断面図(図2のB-B線断面図)。

【図8】上記可変動弁装置のバルブタイミングとバルブリフトの特性図。

【図9】上記可変動弁装置の作動角制御システムを示すブロック図。

【図10】従来例の可変動弁装置の作動角制御回路の内容を示すシステム図。

【図11】従来例の可変動弁装置の作動角制御回路の内容を示すブロック図。

【図12】上記可変動弁装置における制御軸作動角変動を示すタイムチャート。

【図13】上記可変動弁装置のシステムブロック図。

【図14】上記可変動弁装置におけるカム軸のカム角に対する反力トルクの実測値を示す図。

【図15】上記可変動弁装置におけるカム軸のカム角に対する反力トルクの計算値を示す図。

【図16】発明の実施の形態2の内燃機関の上記可変動弁装置のシステムブロック図。

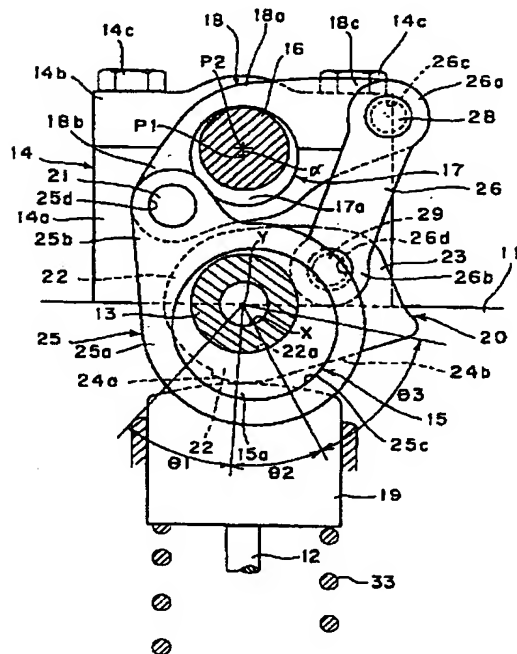
【図17】従来例の可変動弁装置を示す断面図。

【図18】従来例の可変動弁装置の作動角制御システムを示すブロック図。

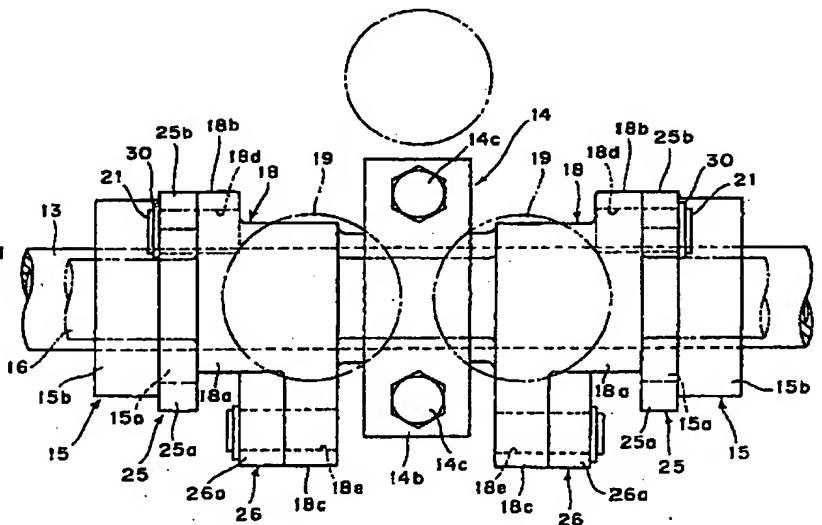
【符号の説明】

- 12 吸気弁(機関弁)
- 13 カム軸
- 15 偏心カム(揺動駆動手段)
- 16 制御軸
- 17 制御カム
- 18 ロッカアーム
- 20 揺動カム
- 25 リンクアーム(揺動駆動手段)
- 33 バルブスプリング
- CPU 制御装置(制御軸作動角制御手段)
- 101 DCサーボモータ(電磁アクチュエータ)
- 102 作動角センサ(作動角検出手段)
- 103 エンジン回転数センサ(機関回転数検出手段)
- 104 エンジン負荷センサ(機関負荷検出手段)
- B1 エンジン回転数検出手段(機関回転数検出手段)
- B2 エンジン負荷検出手段(機関負荷検出手段)
- B3 目標作動角演算手段
- B4 作動角検出手段
- B5 電流制御量演算手段
- B6 カム角演算手段
- B7 反力トルク相当電流演算手段
- B8 出力設定手段(PWM出力設定手段)
- B9 気筒別反力トルク係数演算手段

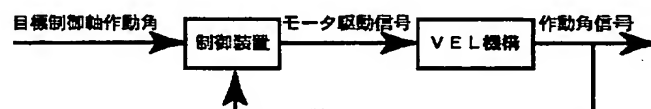
【図1】



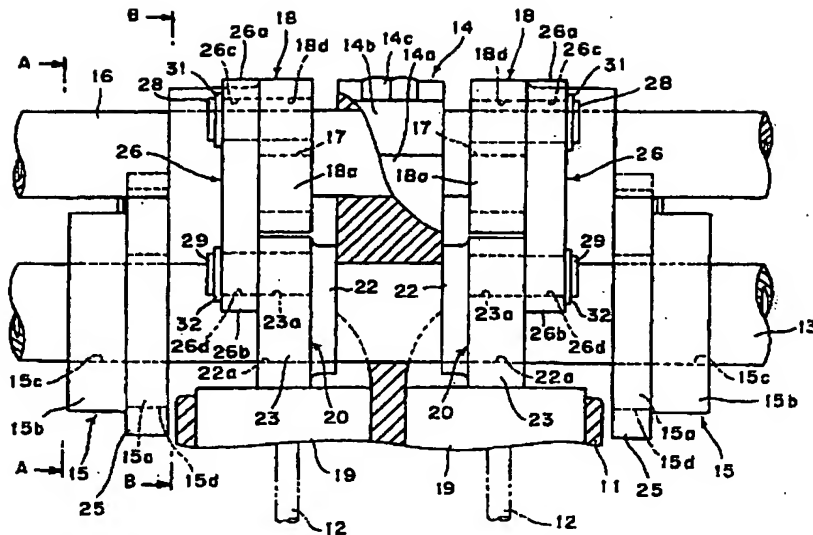
【図3】



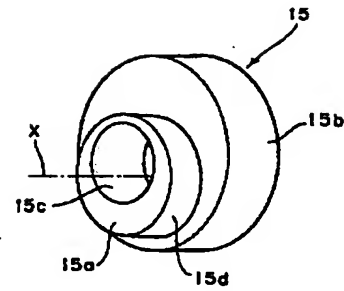
【図11】



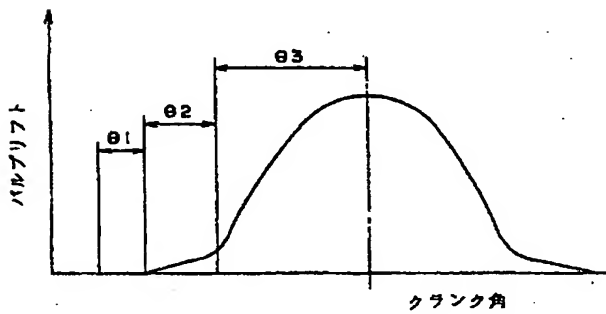
【図2】



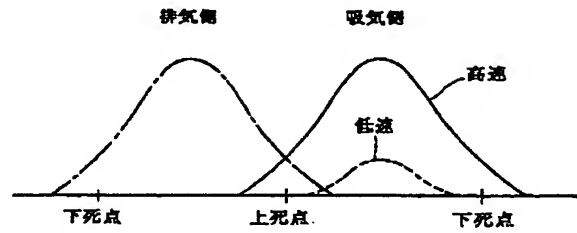
【図4】



【図5】

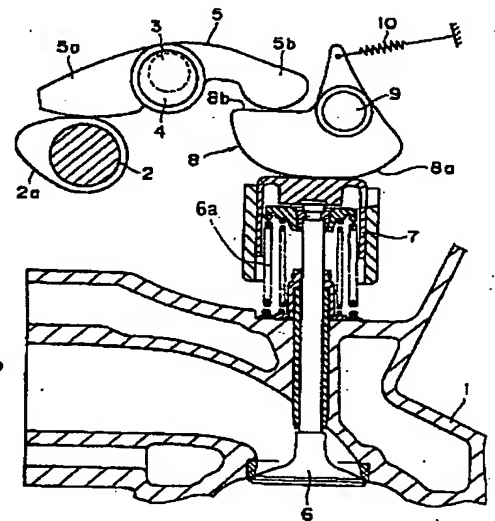
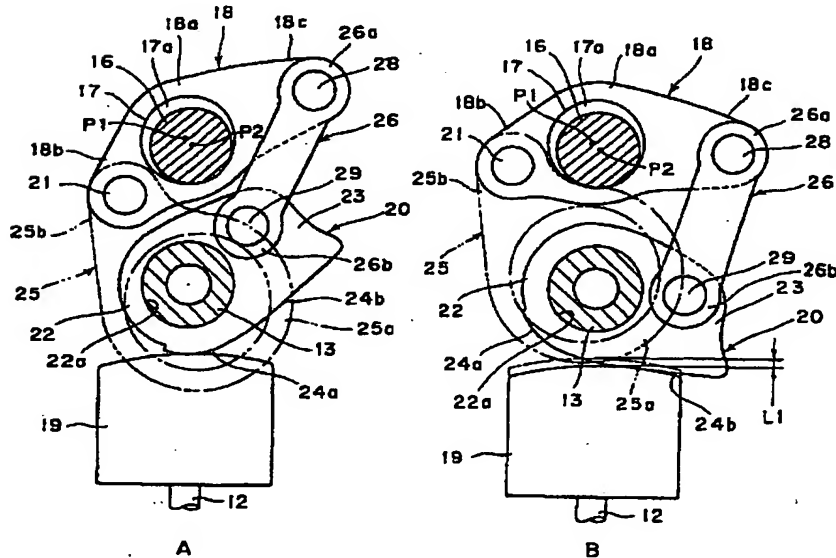


【図8】

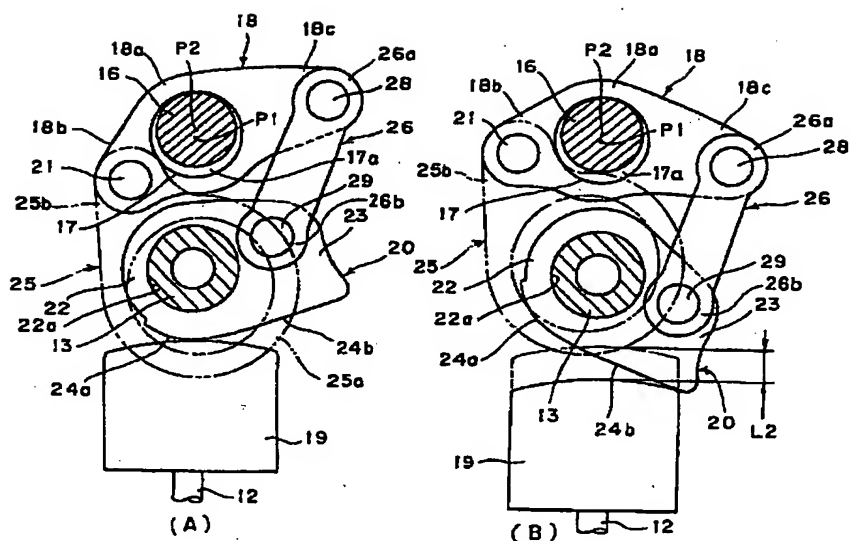


【図17】

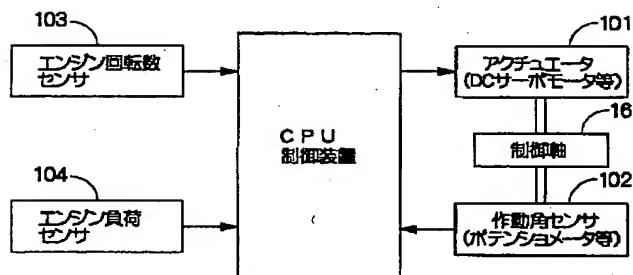
【図6】



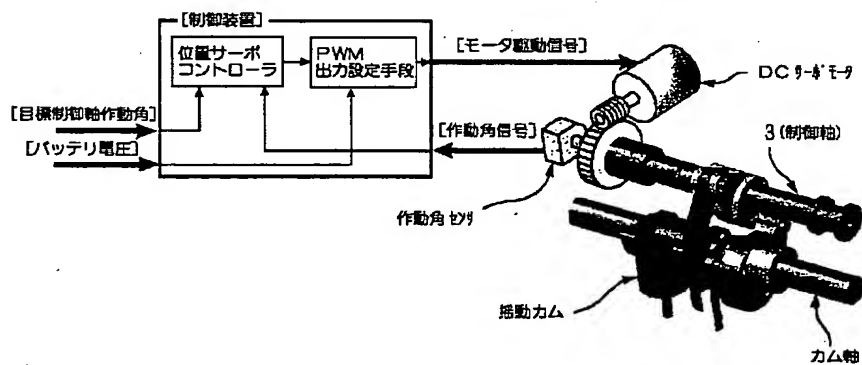
【図7】



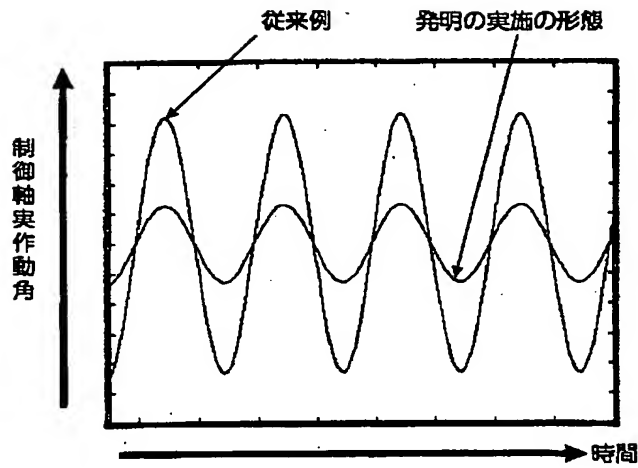
【図9】



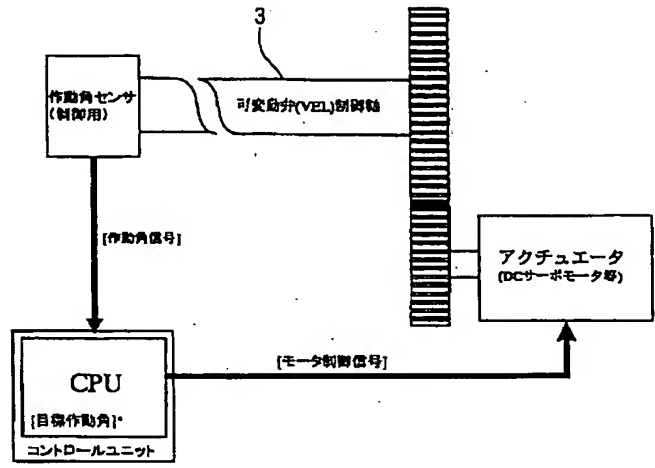
【図10】



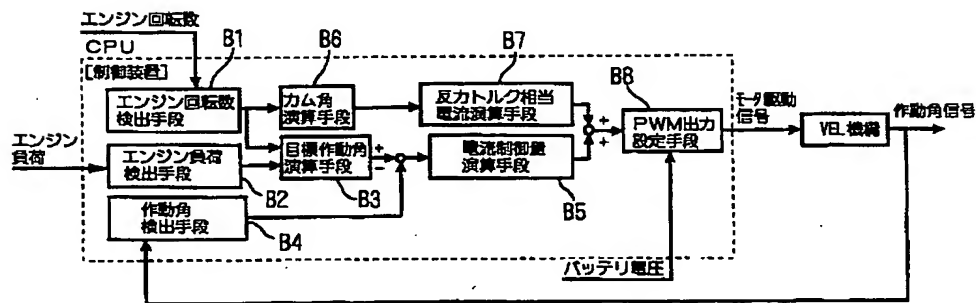
【図12】



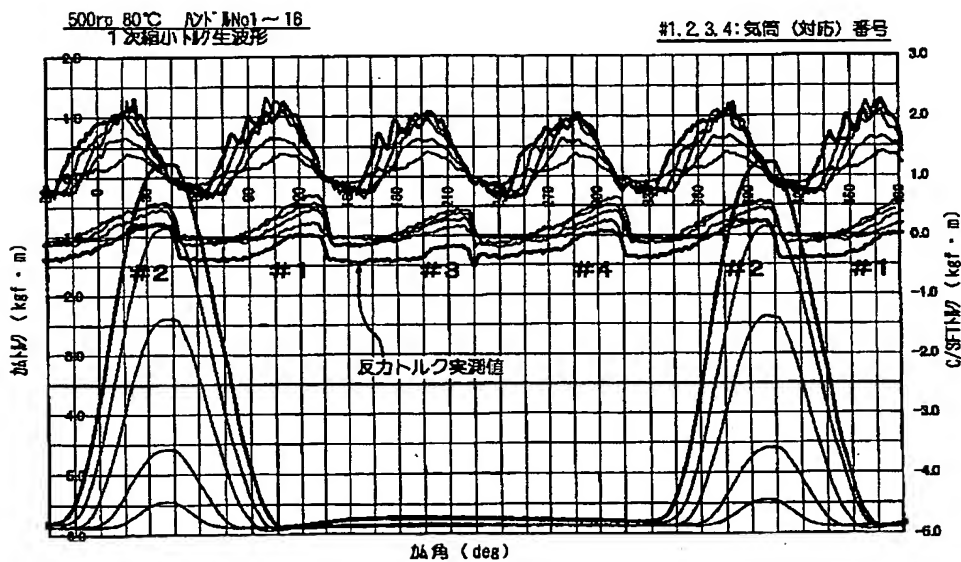
【図18】



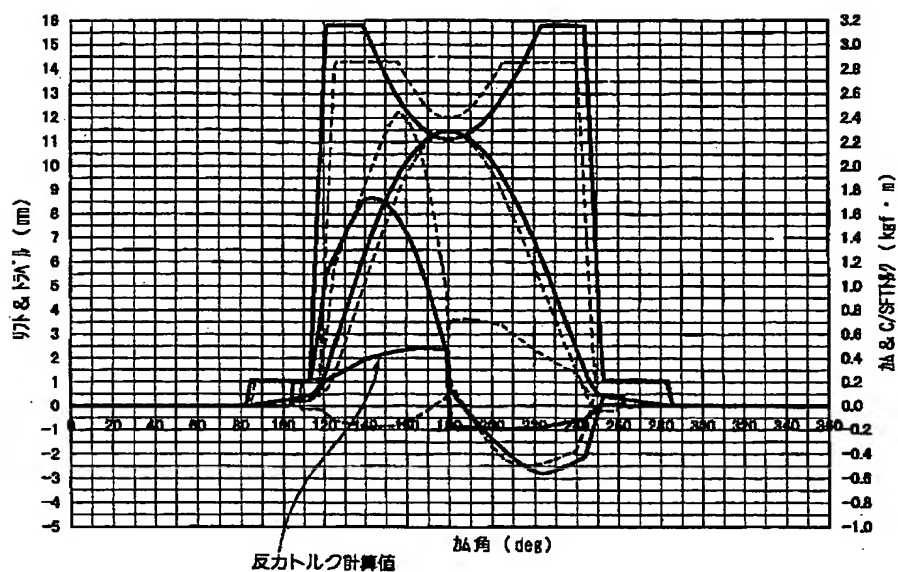
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

